

جغرافیا و آمایش شهری - منطقه‌ای، شماره ۷، تابستان ۱۳۹۲

وصول مقاله: ۱۳۹۱/۷/۳۰

تأیید نهایی: ۱۳۹۲/۳/۲۹

صفحات: ۹۷ - ۱۱۰

تجزیه و تحلیل کمی فرسایش خندقی در حوضه‌ی آبخیز کلکان چای (شرق سهند)

دکتر موسی عابدینی^۱

چکیده

حوضه‌ی آبریز کلکان چای با مساحت ۲۳۵/۵ کیلومتر مربع و متوسط بارندگی ۲۹۰ میلی‌متر در جنوب‌شرق شهر تبریز واقع شده است. ارتفاع متوسط آن ۲۶۱۵ متر و شیب ۱۲/۹۲٪ است و از پتانسیل بالایی برای فرسایش خاک برخوردار است. نتایج داده‌های برخی از شاخص‌های ارزیابی استعداد حوضه به فرسایش خطی بویژه خندقی (نظیر W_s و HTK) نشانگر پتانسیل بالای خندق‌زایی در حوضه است. متوسط فرسایش خاک در حوضه‌ی آبخیز کلکان چای 235.79 ton/ha/y می‌باشد و مجموع کل فرسایش خاک حوضه 5552845 ton/ha/y برآورد شد که نشانگر اتلاف شدید خاک‌های سطح الارضی و زراعی حوضه عمدتاً به واسطه‌ی فرسایش آبی روان‌آبها به صورت خندقی می‌باشد. نتایج تحلیل‌های آماری نشان داد که بین پارامترهای طول و عمق خندق‌ها همبستگی مثبت ($R=0.75$) معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹٪ و بین طول و شیب محل با همبستگی معکوس معنی‌دار ($R=0.5071$) در سطح اطمینان ۹۷٪، وجود دارد. بعلاوه بین طول و عرض خندق‌ها همبستگی مثبت معنی‌دار ($R=0.85$) در سطح اطمینان ۹۵٪، طول و ارتفاع متوسط و توپوگرافی با همبستگی مثبت معنی‌دار ($R=0.596$) وجود دارد. با توجه به شیب تند دامنه‌ها، دخالت شدید انسان‌ها (واقع شدن بیش از ۱۹ روستا در حوضه)، بارش‌های رگباری، اثرات سیستم آبراهه‌ها به‌شدت موجب تخریب و انتقال مواد سست سطحی (خاک‌های زراعی حاصلخیز) می‌شوند. فرمول‌های تجربی برآورد میزان رسوب‌نشانگر شدت تخریب و حجم زیادی از سازندهای خاکی از حوضه است. لذا پیشنهادهای لازم متناسب با ویژگی‌های حوضه برای مدیریت آن ارائه شد.

کلیدواژگان: فرسایش خندقی، رگرسیون خطی، رسوبدهی، حوضه‌ی کلکان چای.

مقدمه

خاک‌های حوضه‌های آبخیز یا آبریز تحت عوامل گوناگونی فرسایش می‌یابند که یکی از مهمترین آنها فرسایش خندقی است. فرسایش خندقی یکی از مهمترین و پیچیده‌ترین نوع فرسایش می‌باشد که جهت کنترل آن باید عوامل مؤثر را شناخت (احمدی، ۱۳۸۶: ۲۴۳). رشد خندق در اغلب موارد به عنوان معیار عمده تغییرات محیطی در نظر گرفته می‌شود، برای اینکه رشد آن سریع و جزو اشکال فرسایش عادی نمی‌باشد، (بیانی خطیبی، ۱۳۸۳: ۵۴ به نقل از Wiate *et al*, 1990) (HYongqiuH, 2008 : 684). به دلیل تمرکز جریان آب در شیارهای کوچک به راحتی حجمی زیادی از خاک‌های ریزدانه در مدت کوتاهی به واسطه‌ی فرسایش خندقی نسبت به سایر عوامل فرسایشی جابجا می‌شود، (Ryan, 2010: 288). اغلب محققین به این نتیجه رسیده‌اند که فرسایش خندقی در آب و هوای نیمه‌خشک بسیار معمول است، (ثقفی و اسماعیلی، ۱۳۸۸: ۱۳۳) و (HYongqiuH, 2008: 684), (ولایتی، ۱۳۸۶: ۲۱). خندق‌ها به علت تمرکز رواناب‌ها در شیارها و عریض‌تر و عمیق‌تر شدن آنها شکل می‌گیرند (Goudie, 2003: 503). در فرسایش خندقی با پسروری هدکت، طول آبراهه‌های رتبه یک زیاد شده و نسبت به فرسایش شیار و صفحه‌ای حجم زیادی از خاک‌های حاصلخیز اتلاف می‌شود، (Kakembo *et al*, 2009). به دلیل اهمیت فرسایش خندقی در حوضه‌ی مورد تحقیق اقدام به بررسی مورفومتریک ابعاد مختلف خندق‌ها و تجزیه و تحلیل روابط رگرسیونی بین برخی از پارامترها و نیز فرساینده‌ی باران نموده است.

پیشینه تحقیق

بررسی منابع و آثار علمی منتشره نشان داد که هیچ‌گونه تحقیقی در مورد فرسایش خندقی و ارزیابی فرساینده‌ی باران در این حوضه انجام نگرفته است. با

وجود این تحقیقات مشابه زیادی در مورد مورفومتری خندق‌ها و علل فرسایش خندقی توسط محققین داخلی و خارجی در مناطق مختلف به عمل آمده است. محققینی نظیر بیاتی خطیبی (۱۳۷۹)؛ عابدینی (۱۳۸۴)، (یلدرمی، ۱۳۸۱) اقدام به مورفومتری ابعاد طول، عمق، عرض و...، خندق‌ها نموده‌اند. آنان غالباً از شاخص‌های ارزیابی فرساینده‌ی باران برای پی بردن به استعداد منطقه برای فرسایش خندقی در مناطق نیمه‌خشک استفاده کرده‌اند. احمدی و همکاران (۱۳۸۶) در مورد مدسازی رشد طولی خندق‌ها کار کرده‌اند و آنان نقش عوامل مهم در خندق‌زایی را دخالت داده و راهکارهای مدیریت اراضی خندقی ارائه نموده‌اند. ثقفی و اسماعیلی (۱۳۸۸) در مورد علل شکل‌گیری آبکنده‌ها کار کرده‌اند و با توجه به شرایط سنگ‌شناسی، کاربری اراضی و هیدرولوژی خندق‌های منطقه شاخن را طبقه‌بندی نموده‌اند. عابدینی (۱۳۸۸) به بررسی ویژگی‌های خاک (مانند بافت و شیمی)، مسائل شیب و هیدروژئومورفولوژی حوضه لیکوان‌چای پرداخته و از طریق شاخص‌های فرساینده‌ی باران استعداد حوضه لیکوان‌چای را برای خندقی بسیار بالا ارزیابی نموده و راهکارهای متناسب برای کنترل آنها را ارائه نموده است. عبدی در تحقیقی، (۱۳۸۸) نقش سازنده‌ی ریزدانه مارنی را در خندق‌زایی مناطق نیمه‌خشک زنجان (حوضه‌ی گمیش‌آباد) را بسیار مهم تلقی نموده است.

Roblesa (2010) در مورد اثرات توسعه خندق‌ها در تشدید فرسایش خاک‌های ریزدانه و به هم زدن شریط پوشش گیاهی به وسیله انسان‌ها را کار کرده است. برای ارزیابی حجم خاک فرسایش یافته توسط شیارها و خندق‌ها در هر منطقه مورفومتری و محاسبه پارامترهای عمق و عرض آنها (Volker 2011) یک روش محاسبه عنوان نموده است. به دلیل خلاء تحقیقی با موضوع این تحقیق در حوضه کلکان‌چای و به دلیل اهمیت فرسایش خندقی این تحقیق نیز

نظیر طول، عمق، عرض، ارتفاع متوسط محل، شیب و کنترل میدانی خندق‌ها شد و در جدول ۱ نتایج مورفومتری خندق‌ها آورده شد.

۴- با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS و Excel و Arc View ترسیم نقشه‌ها و نمودارها و تعیین روابط همبستگی و سطح معنی‌داری متغیرها انجام شد. جهت پی بردن به به استعداد خندق‌زایی در حوضه از شاخص‌های معمول اقلیمی مانند (شاخص Ws، HTK استفاده کردیم. از شاخص‌های فرسایش‌دگی باران و فرسایش و سپاسخواه، فورنیه (Fournier) و آرنولدوس (Arnoldus) نیز استفاده شد.

موقعیت جغرافیایی و ویژگی‌های طبیعی حوضه

حوضه ی آبخیز کلکان چای با زیرحوضه‌های مهم چینی بلاغ‌چای و بهادرچای در محدوده‌ی طول‌های شرقی ۲۸° ۴۶' الی ۳۰° ۴۶' عرض‌های شمالی ۳۴° و ۳۷° الی ۴۶° و ۳۷° الی در دامنه‌ی شرقی ارتفاعات معروف سهند واقع شده است، شکل (۱).

این حوضه سردسیر کوهستانی با میزان بارندگی ۳۱۰۰ میلی‌متر دارای اقلیم نیمه‌خشک است. شرایط اقلیمی و خاک‌زایی مناسب موجب شکل‌گیری و توسعه ۱۹ روستای کوچک و بزرگ در محدوده حوضه شده است.

عمدتاً با روش مورفومتری و شاخص‌های فرسایش‌دگی باران به مسائل فرسایش خندقی پرداخته است.

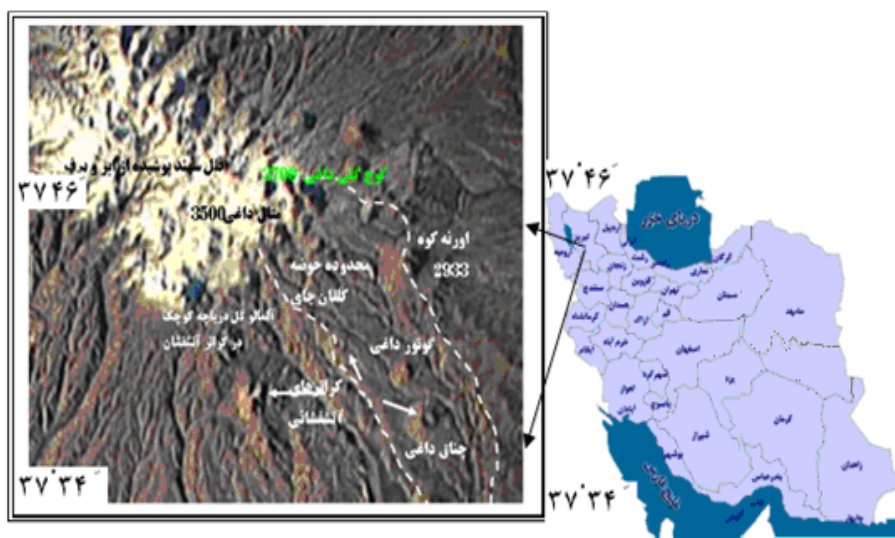
مواد و روش‌ها

هدف اصلی این تحقیق بررسی فرسایش خاک از طریق شاخص‌های مختلف فرسایش‌دگی باران، استعداد حوضه به خندق‌زایی و نیز مورفومتری خندق‌های حوضه جهت تجزیه و تحلیل رگرسیون خطی بین آنها می‌باشد. لذا این تحقیق عمدتاً بر اساس روش‌های میدانی (مشاهده و اندازه‌گیری ابعاد خندق‌ها)، مطالعات اسنادی و با استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی، بررسی و پتانسیل حاضر با توجه به ماهیت موضوع آن به صورت ۱:۱۰۰۰۰۰، نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ عکس‌های هوایی ۱:۵۵۰۰۰ به عمل آمد. به ترتیب برای انجام تحقیق به صورت زیر عمل نمودیم.

۱- ابتدا کتب، مقالات علمی و هر گونه گزارش‌ها و پایان‌نامه‌های مرتبط با موضوع تحقیق بویژه در این منطقه جمع‌آوری و بررسی گردید.

۲- از روی عکس‌های هوایی ۱:۵۵۰۰۰ و نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ حوضه اقدام به شناسایی اولیه خندق‌ها نمودیم.

۳- در مرحله‌ی سوم طی ۶ بار مراجعه به دامنه‌های شرق سهند بخش حوضه مورد تحقیق اقدام به مشاهده وضعیت فرسایش خندقی و اندازه‌گیری ابعاد خندق‌ها



شکل ۱: نقشه‌ی سه‌بعدی موقعیت کلبان چای در جنوب شرق قلعه‌ی سه‌بند تبریز
مأخذ: نگارنده

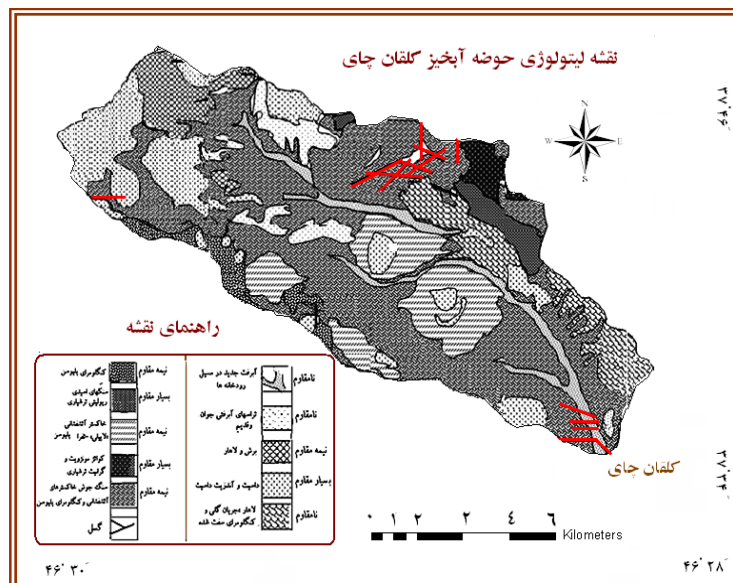
- وضعیت توپوگرافی

هدف از مطالعه‌ی وضعیت توپوگرافی حوضه آگاهی کامل از جهت گیری سیستم ناهمواری و تغییرات شیب و تغییرات آن، ارتفاع مناطق مختلف حوضه، وضعیت سیستم شبکه زهکشی ...، و اثرات آنها بر روی مسایل ژئومورفولوژی و فرسایش خاک می‌باشد. به عقیده (Lamarche, 2001:117) اگر تمام فاکتورهای مؤثر در فرسایش خاک ثابت نگه داشته باشند با افزایش شیب توپوگرافی (حدود ۲ برابر) فرسایش خاک به ۲/۵ برابر افزایش می‌یابد. بعلاوه Burkard (etal, 1997:202) به اثرات تغییرات توپوگرافی بعنوان فاکتور مهم در فرسایش خاک و خندقی‌زایی تأکید دارند. ارتفاع حداکثر و حداقل حوضه مورد تحقیق به ترتیب ۳۷۵۰ و ۱۸۷۸۰ متر است. اختلاف ارتفاع خروجی و مرتفع‌ترین بخش حوضه ۱۸۲۰ متر و شیب متوسط آن ۱۲/۹۲٪ می‌باشد. همچنانکه در شکل ۸ نقشه پراکنش خندق‌های حوضه) قابل مشاهده است ارتفاعات حوضه حالت گنبدی و تند شیب هستند و دره‌های مابین کوهها، حالت تنگ و عمیق (شکل ۷) دارند. ارتفاعات تند شیب گنبدی شکل با منحنی

میزان‌های شعاعی متحد‌المركز از لحاظ مسائل مورفودینامیک و فرسایش خطی روان‌آبها بسیار حایز اهمیت هستند. در بخش‌های کم‌شیب بین دامنه‌ها سیستم زهکشی دره‌های نسبتاً عمیقی را (نظیر بهادر چای، چینی بلاغ‌چای، و کلبان چای) در جهت شمال غربی جنوب شرقی را حفر نموده است.

- لیتولوژی یا سنگ‌شناسی حوضه

تکامل ساختمان ناهمواری‌های حوضه‌ی مورد تحقیق عمدتاً مربوط به دوران دوم و سوم زمین‌شناسی و در ارتباط با فازهای زمین ساختی آلپی (لارامید- پیرنه) می‌باشد. آثار شدید زمین ساخت بویژه در سازندهای مقاوم، موجب پیدایش گسل‌ها و ریزگسل، درز و ... شده است. اغلب سازندهای زمین‌شناسی حوضه مربوط به دوران سوم و چهارم مانند سنگ‌های آذرین داسیت و آندزیت، برش، توف و خاکسترهای آتشفشانی و جریان لاهار، کنگلومرا و آبرفت‌های جدیدی می‌باشند. تمام سازندهای سطحی و زمین‌شناسی از لحاظ لیتولوژیکی (مقاومت آنها در برابر عوامل فرسایش حاکم) طبقه‌بندی شده و در نقشه لیتولوژی شکل (۲) نشان داده شده‌اند.



شکل ۲: نقشه لیتولوژی و گسل های حوضه

مأخذ: نگارنده

ارزیابی استعداد حوضه مورد تحقیق برای خندق زایی استفاده شد.

محاسبه ی شاخص نوسان رطوبت خاک (Ws) حوضه ی مورد تحقیق

شاخص نوسان رطوبت موجود در خاک (Ws) برای ارزیابی پتانسیل مناطق برای فرسایش خطی روان آبها (بویژه فرسایش خندقی) استفاده می شود و جهت محاسبه آن از پارامترهای اقلیمی بلندمدت منطقه که در فرمول (۱) مشخص شده بهره می گیرند. بعد از محاسبه ماههایی که دارای نوسان رطوبتی (Ws) منفی باشند نشانگر پتانسیل زیاد برای فرسایش خطی بویژه فرسایش خندقی در ماه مورد نظر می باشند ایلدرمی (۱۳۸۱: ۲۱۵). عابدینی (۱۳۸۱: ۷۹) برای حوضه ی مورد تحقیق بر مبنای داده های اقلیمی بلندمدت ایستگاه کلیماتولوژی مرند مقادیر شاخص را برای ماههای سال محاسبه نمودیم و نتایج را در جدول (۱) ارائه کردیم.

$$Ws = R - R_p / t \quad \text{فرمول (۱):}$$

تحت سیستم های هوازدگی در روی سازندهای زمین شناسی (به ویژه در شیب های ملایم) خاک زایی خوبی صورت گرفته است. خاک های سطح الارضی حوضه (سازندهای سطحی نامقاوم و نیمه مقاوم) به وسیله ی خطی روان آبها (بویژه فرسایش خندقی) فرسایش می یابند. فرسایش خندقی در سطح پادگانه های آبرفتی و اغلب در بخش دشت و نواحی کم شیب حوضه کوهستانی گسترش چشمگیر دارد.

ارزیابی فرسایش خندقی و رسوبدهی با استفاده از شاخص ها

معمولاً محققان برای پی بردن به پتانسیل خندق زایی در حوضه های هیدروگرافیک از ضرایب اقلیمی متفاوتی استفاده می نمایند. از ضرایب ساده و مهم ارائه شده ضریب هیدروترمال (Hydro Thermal Coefficient) و شاخص نوسان رطوبت خاک (Soil wetness) می باشد (بیاتی خطیبی، ۱۳۷۹: ۵۶)؛ بیاتی خطیبی (۱۳۸۳)، (عابدینی، ۱۳۸۴: ۱۱۷)، (ایلدرمی، ۱۳۸۱: ۲۱۵) و (عابدینی، ۱۳۸۷: ۶۶). می باشند که در

(آشفته بودن سطح زمین به دلیل کاهش اثر محافظتی پوشش گیاهی و لگدمال شدن خاک توسط حیوانات نیز زمین تمرکز سریع روان آبها را فراهم می‌کند). لذا این ترکها در زمان اولین بارش‌های ناگهانی، محل تمرکز روان آبها و موجب پیدایش فرسایش شیاری و در نهایت تبدیل به خندق در حوضه می‌شوند. در این مورد کارهای تحقیقی ارزنده‌ای را در حوضه‌های آبخیز محققینی نظیر (Oostwoud & et al. 2001) و (Archibold, 2003: 263)، (Glaudia et al, 2006: 89) و (عابدینی، ۱۳۸۸) انجام داده‌اند.

که در آن $WS =$ شاخص رطوبت موجود در خاک، $t =$ درجه حرارت ماهیانه و $R =$ متوسط بارش ماهانه به میلیمتر و $R_p =$ ضریب مربوط به دما و از رابطه $(R_p = 30(t + 7))$ به دست می‌آید.

با توجه به نتایج محاسباتی که برای حوضه‌ی مورد تحقیق به دست آوردیم (جدول ۱)، به استثنای ماههای بهمن و اسفند سایر ماههای حوضه دارای ضریب نوسان رطوبتی (WS) منفی بوده و نشانگر استعداد زیاد حوضه برای فرسایش خندقی است. کاهش میزان (WS) عمدتاً در فصول گرم و خشک، موجب پیدایش ترک‌هایی در سازندهای ریزدانه می‌شود

جدول ۱: داده‌های اقلیمی و نتایج محاسبات WS برای ماههای سال در حوضه‌ی مورد تحقیق

| ماههای سال | T (cg) | mm p | RP | Pi | Pi2/P | WS |
|------------|--------|------|-----|------|-------|--------|
| J | -۳/۳۰ | ۲۲/۳ | ۱۱۱ | ۲۲/۳ | ۱/۷۱ | ۲۶/۸ |
| F | ۱/۲ | ۱۹/۴ | ۵۴۶ | ۱۹/۴ | ۳/۸ | -۴۳۸/۸ |
| M | ۴/۷ | ۴۶/۸ | ۳۵۱ | ۴۵/۸ | ۷/۲ | -۲۹/۲ |
| A | ۱۱/۵ | ۴۵/۳ | ۵۵۵ | ۴۶/۳ | ۷/۴ | -۴۴/۲۳ |
| M | ۱۸ | ۳۱/۲ | ۷۵۰ | ۳۱/۲ | ۳/۴ | -۳۹/۹ |
| J | ۲۴ | ۱۹/۳ | ۹۳۰ | ۱۹/۳ | ۱/۲۸ | -۳۷/۹۴ |
| J | ۲۴/۸ | ۷/۸ | ۹۴۵ | ۷/۸ | ۰/۲۱ | -۳۷/۸ |
| A | ۲۵/۱ | ۴/۵ | ۹۶۳ | ۴/۵ | ۰/۶۹۸ | -۳۸/۲ |
| S | ۱۹/۲ | ۴/۶ | ۷۸۶ | ۴/۶ | ۰/۳۷ | -۴۰/۷ |
| O | ۱۱/۸ | ۲۹/۸ | ۵۶۴ | ۲۹/۸ | ۳/۰۶ | -۴۵/۲ |
| N | ۶/۲ | ۲۸ | ۳۹۶ | ۲۸ | ۲/۷ | -۵۹/۴ |
| D | -۱/۱ | ۳۰/۵ | ۱۷۷ | ۲۲/۳ | ۱/۷ | ۱۳/۳۱ |

مأخذ: نگارنده

ضریب اقلیمی هیدروترمال نیز از داده‌های بلند مدت حوضه نیز استفاده نمودیم.

فرمول (۲): $۱/۷۱۵ = ۱۶۹۰/۸ = ۲۹۰$

$$HTK = (ER/ET) 10 =$$

که در آن $ER =$ مجموع بارش سالانه به میلیمتر ۲۹۰ و $ET =$ ضریب دمایی برای ماههایی از سال که دمای منطقه بیش از ۱۰ درجه سانتیگراد باشد.

شاخص اقلیمی هیدروترمال (HydroThermal Koefficient)

ضریب اقلیمی هیدروترمال برای پی بردن به استعداد مناطق و حوضه‌های آبخیز مختلف برای خندق‌زایی به کار می‌رود (خطیبی، ۱۳۷۹: ۵۴؛ عابدینی، ۱۳۸۷: ۷۹). برای ارزیابی استعداد خندق‌زایی حوضه از طریق

روش خطی (Linear) و توانی (Power) نشان داد که همبستگی خطی در مطالعات خندقها بهتر از همبستگی توانی می باشد، (جدول ۳). ارتباط مثبت معنی دار در سطح اطمینان ۹۹٪ با ضریب همبستگی $R=0.751$ با ضریب تبیین ۵۴٪، بین پارامتر طول و عمق خندقهای حوضه وجود دارد، (شکل ۴ و جدول ۳). هر چقدر طول خندقهای حوضه زیاد می شود، به دلیل فرسایش کناری خاکهای سست عرض آنها نیز بزرگتر می گردد (جدول ۲). بین طول و عرض خندقها همبستگی خطی $R=0.85$ در سطح اطمینان ۹۵٪ وجود دارد، (شکل ۵ و جدول ۳). بعلاوه روابط بین شیب متوسط محل و طول خندقها با ضریب همبستگی معکوس معنی دار در سطح اطمینان ۹۷٪ و با ضریب همبستگی -0.5071 و ضریب تبیین ۲۵٪، نشان دهنده ی کاهش طول خندقها با افزایش میزان شیب دامنه های حوضه است، (نمودار شکل ۶ و ۷ و جدول ۲). همچنین طول خندقهای حوضه نیز با افزایش ارتفاع متوسط توپوگرافی با میزان همبستگی معکوس معنی دار 0.597 و با ضریب تبیین ۳۵٪ در سطح اطمینان ۹۷٪، کاهش یافته است، (شکل ۷). به عقیده (احمدی، ۱۳۷۸: ۲۱۵) شکل گیری خندق در اراضی کم شیب و هموار ۶/۱ برابر اراضی نسبتاً شیب دار است، این میزان در فصول بهار و زمستان به ۱۰ برابر افزایش می یابد. در شیبهای کم ضخامت سازندهای سست لومی رسی، رسی و سیلنتی مستعد فرسایش شیار و خندقی نیز زیاد هست. با افزایش درصد سیلت میزان فرسایش پذیری خاک به دلیل مستعد بودن ذره رسی (۲ تا ۵۰ میکرون) به فرسایش، به شدت بالا می رود، (رنگ آور، ۱۳۸۹: ۱۸۷۸). وقوع اولین بارشهای شدید بعد از شخم زدن بویژه در جهت شیب دامنه بدلیل از بین رفتن پوشش گیاهی و عدم پیوستگی در ساخت خاک، استعداد بالقوه خندق زایی را در حوضه افزایش می دهد. در شیبهای ملایم خاکزایی مناسبی صورت گرفته و از طرفی روانابهای ناشی از بارندگیها فرصت

در صورتی که میزان ضریب هیدروترمال در محدوده ی ۱/۲۵ الی ۲/۵ نوسان کند این مناطق برای خندق زایی بسیار مستعد می باشند (Zachar & Nakamura به نقل از بیاتی خطیبی، ۱۳۷۹: ۵۴). ضریب HTK را برای حوضه ی آبخیز کلغان چای محاسبه نمودیم و مقدار ۱/۷۴ این ضریب در محدوده ی ۱/۲۵ الی ۲/۵ قرار گرفت. در نتیجه ضریب هیدروترمال نشانگر حساسیت بالای حوضه برای خندق زایی است. در حوضه ی کلغان چای اتلاف خاکهای سطح الارضی (Top soil) عمدتاً به واسطه ی فرسایش خندقی و شیاری می باشد. شخم زدنهای غیراصولی در جهت عمود بر منحنیهای میزان و نیز در فواصل رشد گیاهان زراعی تمرکز سریع آبهای حاصل از بارشهای رگباری در شیارها منجر به شکل گیری شیار و خندقهای موقتی نیز در حوضه می شود. تحقیقات (Darnault, 2006 : 1017) در مورد زمینهای کم شیب زراعی ترکیه نیز این مورد را تأیید می نماید. با توجه به اهمیت فرسایش خندقی و مسایل هیدروژئومورفولوژی خندقها PT^1TP در حوضه ی مورد تحقیق، ابعاد ۲۰ نمونه از خندقهای حوضه با پیمایشهای میدانی مورفومتر شد (جدول ۲) و روابط همبستگی بین متغیرهای مختلف و علل آنها بررسی گردید PT^2TP . محققین جهت تشخیص فرق بین فرسایش شیاری و خندقی از فاکتورهای عمق و عرض، مساحت مقطع عرض استفاده می کنند. زمانی که عمق شیارها از ۳۰ سانتیمتر زیاد باشد، فرسایش از نوع خندقی می باشد (رفاهی، ۱۳۷۹: ۱۰۱). در صورتی که مساحت مقطع عرضی خندقها بیش از ۹۲۹ سانتیمتر باشد خندق و کمتر از آن شیار نام می گیرد (Glaudia et al, 2006: 89). مقایسه نتایج تحلیلهای آماری به

۱- شناخت مورفولوژی خندقها اولین گام در ارزیابی علل شکل گیری جهت ارائه ی مدل های پینی بینی رشد و توسعه آنها است (عبدی، ۱۳۸۸: ۱۹۶۷).

۱- زیرا در اراضی کم شیب خاکزایی خوبی صورت گرفته و بعلاوه روان آبها فرصت کافی برای هیدرو لیز، انحلال و جداسازی عناصر و مواد سست و خارج کردن آنها را از محیط دارند.

مناسبتی برای هیدرولیز، انحلال و جداسازی ذرات سست دارند. خندق‌های سطوح آبرفتی شیب‌های ملایم بویژه بخش دشت حوضه و پهنه‌های رسی بدلیل ضخامت خاک‌های سست دارای عمق زیاد و اغلب به صورت V شکل می‌باشند، (شکل ۳). نتایج شاخص‌های اقلیمی و تحلیل‌های آماری نشانگر این موضوع است که حوضه کلکان‌چای پتانسیل بالایی برای فرسایش شیاری و خندقی دارد. بعلاوه اقلیم و توپوگرافی نقش عمده‌ای در خاکزایی و توسعه خندق‌ها دارند. خندق

های حوضه بر مبنای فاکتور طول طبقه‌بندی شدند^۱ (جدول ۲). بیشتر خندق‌های حوضه خندق‌های محوری می‌باشند و در سطح سازندهای سست لومی و سیلتی نیز خندق‌های پنجه‌انگشتی تشکیل شده است PT^2TP . علل مهم شکل‌گیری خندق‌های حوضه مورد تحقیق، وجود ضخامت زیاد نهشته‌های ریزدانه (شن، ماسه، رس و سیلت PT^3TP) شرایط اقلیمی، دخالت شدید انسان‌ها به واسطه کشاورزی فشرده و شخم‌های غیراصولی و چرای بی‌موقع و مفرط می‌باشد.

جدول ۲: مورفومتری ابعاد مختلف خندق‌های حوضه

| ردیف | ارتفاع متوسط توپوگرافی | شیب متوسط % | طول خندق‌ها به متر | متوسط عرض خندق‌ها به متر | عمق متوسط خندق‌ها به متر | وضعیت توپوگرافی | طبقه‌بندی خندق‌ها |
|------|------------------------|-------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------|-------------------|
| ۱ | ۱۹۰۰ | ۱۷ | ۱۰۰ | ۳/۲ | ۱/۲۰ | دشت | کوچک |
| ۲ | ۲۴۰۰ | ۲۰ | ۳۵ | ۲/۵۰ | ۱/۸۰ | کوهستان | کوچک |
| ۳ | ۲۸۰۰ | ۱۵ | ۸۵ | ۲/۳ | ۲/۴ | کوهستان | کوچک |
| ۴ | ۲۵۰۰ | ۲۰ | ۱۷۰ | ۲/۵ | ۱/۶۰ | کوهستان | متوسط |
| ۵ | ۲۱۰۰ | ۷ | ۳۲۰ | ۴/۳۰ | ۳/۵ | کوهپایه | بزرگ |
| ۶ | ۲۳۰۰ | ۲۸ | ۵۰ | ۱/۳ | ۱ | کوهستان | کوچک |
| ۷ | ۳۴۸۰ | ۱۵ | ۷۵ | ۱/۸۰ | ۱/۸۵ | کوهستان | کوچک |
| ۸ | ۲۳۵۰ | ۲۰ | ۱۳۰ | ۲/۵ | ۱/۶۰ | کوهپایه | متوسط |
| ۹ | ۲۰۰۰ | ۸ | ۲۵۰ | ۳/۶ | ۳/۲۰ | دشت | بزرگ |
| ۱۰ | ۱۹۵۰ | ۱۲ | ۳۰۰ | ۲/۸۰ | ۳/۴ | دشت | متوسط |
| ۱۱ | ۲۳۶۰ | ۱۰ | ۲۸۰ | ۴ | ۳/۲ | کوهپایه | بزرگ |
| ۱۲ | ۳۱۰۰ | ۲۰ | ۶۰ | ۱/۵ | ۱ | کوهستان | کوچک |
| ۱۳ | ۲۳۵۰ | ۲۵ | ۷۸ | ۲ | ۱/۵ | کوهستان | کوچک |
| ۱۴ | ۱۸۸۰ | ۵ | ۱۰۵ | ۲/۸۰ | ۲/۶ | دشت | کوچک |
| ۱۵ | ۳۵۶۰ | ۲۰ | ۴۵ | ۱ | ۰/۷۵ | کوهستان | کوچک |
| ۱۶ | ۲۴۰۰ | ۱۵ | ۱۵۰ | ۲ | ۱/۴۰ | کوهپایه | متوسط |
| ۱۷ | ۳۵۵۰ | ۱۶ | ۸۰ | ۲/۵ | ۱/۸۰ | کوهستان | کوچک |
| ۱۸ | ۳۱۰۰ | ۹ | ۷۰ | ۱/۶ | ۲/۳۰ | کوهستانی | کوچک |
| ۱۹ | ۳۵۰۰ | ۴ | ۱۰۵ | ۳ | ۱/۵ | کوهستانی | کوچک |
| ۲۰ | ۳۴۰۰ | ۱۸ | ۲۸ | ۱/۸۰ | ۱/۷۰ | کوهستان | کوچک |

مأخذ: نگارنده

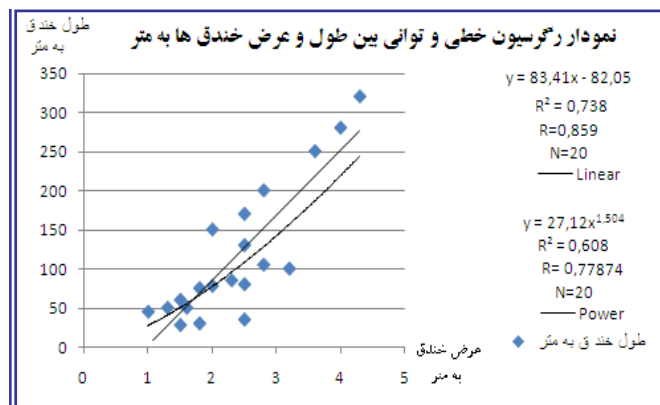
۱- طبق طبقه‌بندی (احمدی، ۱۳۷۸: ۲۳۶)، خندق‌های کمتر از ۱۲۰ متر طول کوچک، بین ۱۲۰ تا ۲۴۰ متوسط، و بزرگتر از ۲۴۰ بزرگ محسوب می‌شود.
 ۲- TPPT خندق‌های محوری از تعدادی خندق مجزا که دارای دیواره‌ی بالاکنند هستند و در رسوبات گراولی شکل می‌گیرند ولی خندق‌های پنجه‌انگشتی در خاک‌های لومی و رسی به وجود می‌آیند (علیراده، ۱۳۶۸: ۴۷).
 ۳- TPPT خاک‌های حاوی ۴۰ الی ۶۰ درصد سیلت حساس‌ترین خاک‌ها برای فرسایش خندقی می‌باشند (رفاهی، ۱۳۷۹: ۵۲ به نقل از ریشر و وینکندانگ).



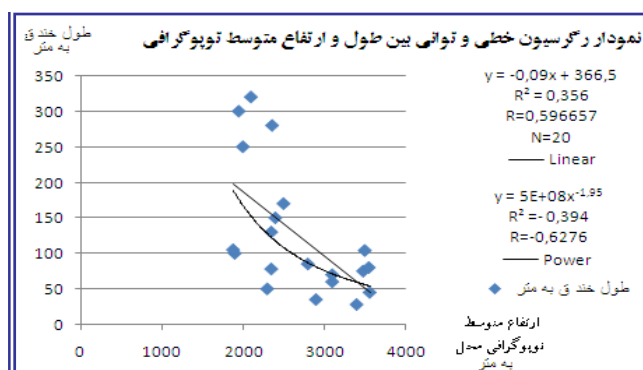
شکل ۳: خندقی V شکل در خاک‌های ریزدانه با ترکیبی از رسی و سیلتی شن و ماسه و قلوه‌سنگ
مأخذ: نگارنده



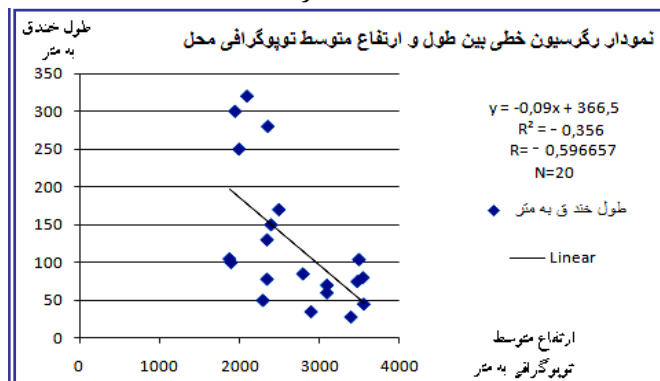
شکل ۴: نمودار رگرسیون خطی و توانی پارامتر طول و عمق خندقی‌ها
مأخذ: نگارنده



شکل ۵: نمودار رگرسیون خطی و توانی پارامتر طول و عرض خندقی‌ها
مأخذ: نگارنده



شکل ۶: نمودار رگرسیون خطی پارامتر طول و ارتفاع متوسط توپوگرافی
مأخذ: نگارنده



شکل ۷: نمودار رگرسیون خطی پارامتر طول و ارتفاع متوسط توپوگرافی
مأخذ: نگارنده

جدول ۳: نتایج روابط ضرایب همبستگی خطی و توانی و تبیین بین متغیرها

| ردیف | متغیر وابسته | متغیر مستقل | ضریب تبیین خطی | ضریب همبستگی خطی | سطح معنی‌داری | سطح اطمینان % |
|------|--------------------------|-------------------|----------------|------------------|---------------|---------------|
| ۱ | متوسط طول خندق‌ها | عمق خندق‌ها | ۰.۵۴۵ | ۰.۷۵۱ | ۰.۰۰۰ | ۹۹٪ |
| ۲ | متوسط طول خندق‌ها | میزان شیب خندق‌ها | ۰.۲۵۷ | -۰.۵۰۷۱ | ۰.۰۲۲ | ۹۷٪ |
| ۳ | متوسط طول خندق‌ها | متوسط عرض خندق‌ها | ۰.۷۳۸ | ۰.۸۵۹ | ۰.۰۴۲ | ۹۵٪ |
| ۴ | ارتفاع متوسط محل خندق‌ها | طول خندق‌ها | ۰.۳۵۶ | -۰.۵۹۶۶ | ۰.۰۲۴۷ | ۹۷٪ |

| ردیف | متغیر وابسته | متغیر مستقل | ضریب تبیین توانی | ضریب همبستگی توانی | سطح معنی‌داری | سطح اطمینان % |
|------|--------------------------|-------------------|------------------|--------------------|---------------|---------------|
| ۱ | متوسط طول خندق‌ها | عمق خندق‌ها | ۰.۳۴۵ | ۰.۵۸۷۳۷ | ۰.۰۳۲ | ۹۶٪ |
| ۲ | متوسط طول خندق‌ها | میزان شیب خندق‌ها | ۰.۲۱۹ | ۰.۴۶۸ | ۰.۰۴۳ | ۹۵٪ |
| ۳ | متوسط طول خندق‌ها | متوسط عرض خندق‌ها | ۰.۶۰۸ | ۰.۷۷۸۷۴ | ۰.۰۰۰ | ۹۹٪ |
| ۴ | ارتفاع متوسط محل خندق‌ها | طول خندق‌ها | ۰.۳۹۴ | -۰.۶۲۷۶ | -۰.۰۲۴ | ۹۷٪ |

مأخذ: نگارنده

مدل ۲ فورنیه (Fournier)

فرمول ۲ فورنیه برای برآورد میزان فرسایش خاک در اقلیم‌های نیمه‌خشک ارائه شده است (رفاهی، ۱۳۷۵: ۲۶۲)، (احمدی، ۱۳۷۸: ۵۱۶). متوسط ارتفاع حوضه ۲۷۸۵ متر، میانگین بارش حوضه ۳۱۰ میلیمتر، میانگین پربارانترین ماه سال ۴۶/۸ میلیمتر و شیب متوسط حوضه ۱۲/۹۲٪ می‌باشد.

فرمول (۳):

$$\text{Log } Q_s = 2/65 + .46(\log \bar{H})(\tan \bar{S}) - 1.56 \frac{PW^2}{pa} \log Q/\text{ton/ha/y}$$

$$\text{Log } Q_s = 2/65 + .46(\log 2785)(\tan 235/5) - 1/56 = 2/7 = 310/46 \frac{46/8}{19} \log Q/t/\text{ha/y}$$

QS = میزان رسوب ویژه برحسب تن در هکتار
 PW = میانگین بارندگی پرباران‌ترین ماه سال به میلیمتر
 Pa = میانگین بارندگی سالیانه بر حسب میلیمتر
 H = متوسط ارتفاع حوضه
 S = شیب متوسط حوضه (می‌توان مساحت حوضه را نیز به جای شیب منظور کرد)

فرمول آرنولدوس (Arnoldus)

فرمول (۴):

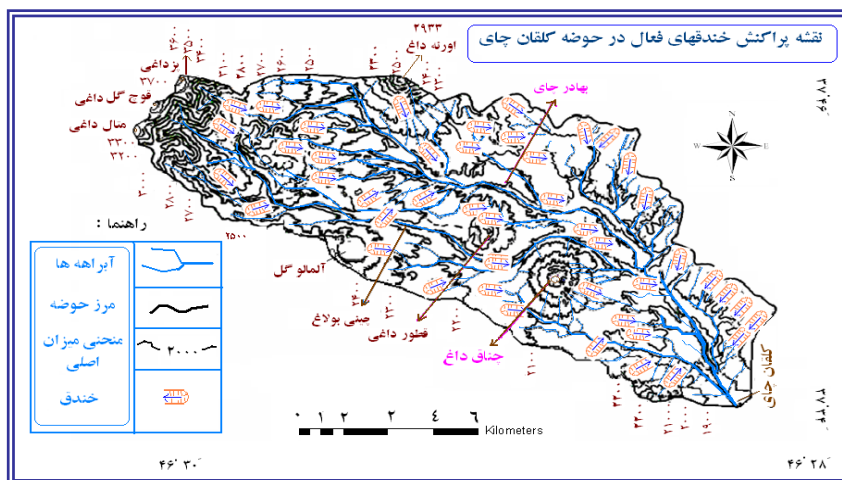
$$\left(\sum P_i^2 / P\right) P^{1/3} P = .302 \times 33/6148 P^{1/3} P = 257/98 Q/\text{ton/ha/y}$$

EI³ = متوسط شاخص فرسایش‌زایی سالانه باران برحسب تن در هکتار (ton/ha)
 Pi = متوسط بارندگی ماهانه (برحسب میلیمتر)
 P = متوسط بارندگی سالانه به میلی‌متر
 N = تعداد ماههایی که بارش رخ داده است.

- فرمول سپاسخواه : فرمول (۵):

$$EI^{3.0} \cdot 1/6 \left(\sum P_i^2 / P\right) P^{1/3} P = 1/6 \times 33/6148 P^{1/3} P = 138/93 \text{ Ton/ha/y}$$

متوسط فرسایش خاک در حوضه آبخیز کلکان جای U_yU ton/ha/۲۳۵/۷۹ می‌باشد و مجموع کل فرسایش خاک حوضه ۵۵۵۲۸۵۴ ton/ha/y بر آورد شد که حاکی از اتلاف شدید خاک‌های کشاورزی حوضه به واسطه‌ی عمدتاً به واسطه‌ی فرسایش شیاری و خندقی است! هدر رفتن هر تن ماده آلی در هکتار به وسیله فرسایش خاک سبب هدر رفتن ۶۰ کیلوگرم ازت خواهد شد، بنابراین با فرض فرسایش ۱ سانتیمتر خاک در هر هکتار، ۳۰۰ کیلو گرم ازت در هکتار اتلاف خواهد شد. در نقشه شکل (۸) پراکنش خندق‌های حوضه را نشان دادیم.



شکل ۸: نقشه پراکنش خندق‌های حوضه در روی نقشه اورویدروگرافی

مأخذ: نگارنده در اغلب موارد، حدود ۹۰٪ مواد تنها از ۱۰٪ سطح یک حوضه به دست می‌آید که مطالعه این‌گونه نقاط بحرانی بسیار مهم است (رجائی، ۱۳۷۳: ۳۹). مدیریت حوضه‌های آبخیز جهت جلوگیری از به هم خوردن وضعیت آب، خاک، گیاه و زمین ضرورت دارد (اسمعیلی و عبدالمهی، ۱۳۸۹: ۵).

نتیجه گیری

حاصلخیزی و توان تولیدی خاک عمدتاً تحت تأثیر فرسایش خاک است و فرسایش خاک موجب تخریب خصوصیات فیزیکی و کاهش مواد غذایی و ماده آلی آن می شود. متوسط فرسایش خاک بر حسب تن در هکتار در حوضه آبخیز کلکان چای $ton/ha/UyU$ ۲۳۵/۷۹ بالا است (جدول ۴). لذا مجموع فرسایش خاک $ton/ha/UyU$ ۵۵۵۲۸۵۴ در کل حوضه مورد تحقیق می باشد. (جدول ۴).

جدول ۴: نتایج شاخص های فرساینده گی خاک

| شاخص های فرساینده گی استفاده شده در حوضه ی مورد تحقیق <i>Rain erosivity Indexes</i> | | | |
|--|---|-------------------------|---|
| نام شاخص | میزان فرساینده گی بر حسب تن در هکتار (سالانه) | متوسط فرساینده گی باران | فرساینده گی کل حوضه بر حسب تن در هکتار (سالانه) |
| شاخص فورنیه | ۳۱۰/۴۶ | ۲۳۵/۷۹ | ۵۵۵۲۸۵۴ |
| شاخص سپاسخواه | ۱۳۸/۹۳ | | |
| شاخص آرنولدوس | ۲۵۷/۹۸ | | |

مأخذ: نگارنده

از آنجایی که سه مدل فرساینده گی باران برای مناطق نیمه خشک ارائه شده و حوضه ی مورد تحقیق نیز نیمه خشک می باشد، از این سه شاخص استفاده شد. مقایسات اینجانب در چندین حوضه ی متفاوت نشان داده که میزان فرساینده گی باران از طریق شاخص آرنولدوس کمتر با مناطق نیمه خشک آذربایجان همخوانی دارد. کارهای به عمل آمده توسط بیاتی خطیبی (۱۳۷۹)، ایلدرمی (۱۳۸۱) و نگارنده در چندین حوضه در شرایط اقلیمی آذربایجان نشانگر این موضوع است. شاخص نوسان رطوبت خاک (WS) نیز بجز ماههای بهمن و اسفند منفی بودند و نشانگر استعداد خاک های حوضه ی مورد تحقیق در این ماهها

برای فرسایش خندقی می باشد. ضریب هیدروترمال (HTK) نیز با مقدار عددی ۱/۷۱۵ و به دلیل واقع شدن در محدوده بین ۱/۲۵ تا ۲/۵ مؤید پتانسیل خاک های حوضه برای خندق زایی است. به دلیل شیب دار بودن و بالا بودن استعداد طبیعی حوضه با توجه به شرایط اقلیمی نیمه خشک و شاخص های اقلیم، بالا است.

مقایسه نتایج تحلیل های آماری به روش رگرسیون خطی (Linear) و توانی (Power) نشان داد که همبستگی خطی در مطالعات خندق ها بهتر از همبستگی توانی می باشد. همبستگی مثبت معنی دار بین طول و عمق - عرض و طول خندق ها و همبستگی معکوس معنی دار بین ارتفاع متوسط توپوگرافی محل و نیز و شیب متوسط با طول خندق ها وجود دارد. خندق های عریض و طولانی حوضه در مناطق با توپوگرافی ملایم شکل گرفته اند علت عمده ی این موضوع خاکزایی مناسب، دخالت غیراصولی کشاورزان و وجود سازندهای ریزدانه ضخیم در این قسمت ها می باشد. خندق های بخش کم شیب دامنه ی کوهها در سازندهای هوازده سست ریگولیتی شکل گرفته اند. به واسطه ی دخالت شدید انسان ها در شیب ها (به دلیل وجود ۱۹ روستا در حوضه)، وقوع بارش های رگباری، شیب زیاد حوضه، تخریب رخنمون های سنگی تحت فرسایش پریگلاسیر از مهمترین عوامل در تشدید ناپایداری دامنه ها و فرسایش خاک در حوضه مورد تحقیق می باشند. در نهایت جهت نتیجه گیری بهتر و سرشکن شدن تفاوت شاخص در برآورد میزان رسوب از متوسط عددی سه شاخص استفاده شد و میزان فرسایش خاک ۲۳۵/۷۹ تن در هکتار و مجموع کل فرسایش سالانه خاک حوضه $ton/ha/y$ ۵۵۵۲۸۵۴۵ برآورد گردید. این مقدار از خاک حجم خاک فرسایش یافته از حوضه (خاک های عمدتاً سطحی و زراعی

های شمالی قوشه داغ بین اهر و مشکین شهر). پژوهش‌های
جغرافیایی. شماره ۴۹.

۶- بیاتی خطیبی، مریم (۱۳۷۹). بررسی نقش عوامل
مورفودینامیک در ناپایداری دامنه‌های شمالی قوشه داغ،
رساله دکتری. دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، گروه
جغرافیای طبیعی. دانشگاه تبریز.

۷- ثقفی، مهدی و رضا اسماعیلی (۱۳۸۸). تحلیل‌های
مورفومتری عوامل تشکیل آبکند در حوضه ی آبریز شاخ
(استان خراسان جنوبی)، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۱۵.

۸- رنگ‌آور، عبدالصالح (۱۳۸۸). بررسی برخی از ویژگی‌های
خاک آبکندی خراسان رضوی. مجموعه مقالات یازدهمین
گنکره علوم خاک ایران- گرگان.

۹- رفاهی، حسینی (۱۳۷۹). فرسایش آبی و کنترل آن. چاپ
سوم. انتشارات دانشگاه تهران.

۱۰- عابدینی، موسی (۱۳۸۷). پژوهشی در مورفوتکتونیک و
مورفودینامیک حوضه آبخیز باسمنج چای باتاکید بر
فرسایش خاک و رسوبدهی (در دامنه شمالی کوه سهند-
طرح پژوهشی دانشگاه محقق اردبیلی).

۱۱- عابدینی، موسی (۱۳۸۴). پژوهشی در فرسایش خندقی
ارتفاعات جنوب غرب هادی شهر (شمالغرب آذربایجان
شرقی) از طریق روش‌ها و تکنیک‌های جدید. مجله جغرافیا
و توسعه. شماره ۶.

۱۲- علیزاده، امین (۱۳۶۸). فرسایش و حفاظت خاک. انتشارات
آستان قدس رضوی.

۱۳- عبدی، پرویز (۱۳۸۸). بررسی خصوصیات فرسایش خندقی
در تشکلات مارنی حوضه ی آبخیز گمیش آباد زنجان.
مجموعه مقالات یازدهمین گنکره علوم خاک ایران.
گرگان. ۱۹۶۷-۱۹۷۰.

- 14- Abedini, M (2006). Quantities analysis of soil erosion via runoff(emphasize to gully erosion),in the Garehgoz mountains and plains with modern methods (Iran-Northwest Azerbaijan).International soil meeting (ISM) Harran University. Turkey.
- 15- Archibold, O.W and Levesque (2003). Gully retreat in a semi-urban catchment's in saskatoon, Saskatchewan. Applied geography. Vol, 23.
- 16- Burkard D.M.B,R and Kostaschuk (1997). Pattern and controls of Gully Growth along the shoreline of lake Huron. Earth processes and land forms. Vol.22.

(Top Soil) نشان‌دهنده ی شدت ناپایداری دامنه‌ها و
شدت عمل روان آب‌ها یا فرسایش خطی روان آب‌ها است.

پیشنهادها

با توجه به مطالب پیش گفته اعمال شیوه‌های
آبخیزداری متناسب با شرایط توپوگرافی و اقلیمی
حوضه به اجمال به صورت زیر پیشنهاد می‌شود:

- ایجاد تراس در دامنه‌های با شیب نسبتاً ملایم و
بانکت‌بندی (گرادون‌های V, U) در سطوح شیب‌دار
دامنه‌ها با استفاده از فرمول ساگردنی که با اقلیم
نیمه‌خشک منطقه سازگار است (با محاسبه فواصل،
شیب و میزان خاکبرداری و خاکریزی).

- اعمال اصول آبخیزداری تغییر در شیب دامنه‌ها با
خشکه چینی و احداث بندهای سرریز در مسیر آبراهه‌ها
و خندق‌های فعال (Check dam)، و (Log که مصالح
آن در محیط وجود دارد.

- جلوگیری از شخم‌زدن در جهت شیب دامنه‌ها (عمود
بر خطوط تراز) و ممانعت از چرای مفرط و بی‌موقع،
آتش زدن بوته و گون‌ها و درختچه‌های خودرو ...

منابع و مآخذ

- ۱- اسمعیلی، اباذر و خدایار عبدالهی (۱۳۸۹). آبخیزداری و
حفاظت خاک، ناشر دانشگاه محقق اردبیلی.
- ۲- احمدی و همکاران (۱۳۸۶). مدیریت اراضی خندقی از طریق
بررسی عوامل مؤثر و ارائه ی مدل تعیین پتانسیل رشد طولی
خندق‌ها (مطالعه موردی: حبله رود). چهارمین همایش ملی
علوم آبخیزداری ایران-مدیریت حوضه‌های آبخیز.
- ۳- احمدی، حسن (۱۳۷۸). ژئومورفولوژی کاربردی (فرسایش
آبی)، جلد ۱. انتشارات دانشگاه تهران.
- ۴- ایلدرمی، علیرضا (۱۳۸۱). بررسی مسائل مورفودینامیک و اثرات
عوامل ناپایداری در دامنه‌های شمالی توده ی الوند (همدان)،
رساله مقطع دکتری. دانشگاه تبریز. دانشکده علوم انسانی و
اجتماعی. گروه جغرافیای طبیعی.
- ۵- بیاتی خطیبی، مریم (۱۳۸۳). تحلیل و بررسی نقش عوامل
توپوگرافی در مورفوزن در خندق‌زایی (مطالعه موردی دامنه-

- exposed tree roots (Southern Poland). *Geomorphology* Vol, 93.
- 23- Oostwoud D.J & et al (2001). Gully head erosion on a- semi- arid valley floor in Kenya : Earth surface processes and forms. Vol, 26.
- 24- Ryan L. P (2010). Comparison of gully erosion estimates using airborne and ground-based LiDAR on Santa Cruz Island, California. *Geomorphology* . Vol.118 (2010).
- 25- Volker. P (2011). Soil erosion in the Swiss midlands: Results of a 10-year field survey. *Geomorphology*.
- 26- Yongqiu W et al (2008). Development of gullies and sediment production in the black soil region of northeastern China ,*Geomorphology*.Vol 101, Issue 4. *Sciences*. Volume, 15 June 2009.
- 27- Roblesa, C . M (2010). Factors related to gully erosion in woody encroachment in south-eastern Australia ,*CATENA* ,Volume 83, Issues 2-3, November-December 2010.
- 17- Darnault, C (2006). Ephemeral Gully erosion in Mediterranean environment. International soil meeting (ISM) Harran University .Turkey.
- 18- Gaudia ZuccaT (2006). Annalisa Canu and Raniero Della pertua. effects of lands use and landscape on spatial distribution. and morphological. Features of gullies in an agropastoral area in Sardinia(Italy).*Catena*.68:86-95.
- 19- Goudie, A. S (2003). *Encyclopedia of Geomorphology*. Rutledge.
- 20- Kakembo, V et al (2009). Topographic thresholds in gully development on the hillslopes of communal areas in Ngqushwa Local Municipality, Eastern Cape, South Africa, *Elsevier Geomorphology*. Vol.110.
- 21- Lamarche, J. L (2001). Effects of forest roads on floods flows in the Descutes river, Washinton. *Earth processes and land forms*. Vol.26.
- 22- Malik.R,(2008). Dating of small gully formation and establishing erosion rates in old gullies under forest by means of anatomical changes in